

KESESUAIAN PRODUK TELEVISI DI INDONESIA TERHADAP STANDAR *ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY* PARAMETER UJI *RADIATED EMISSION*

CONFORMITY OF TELEVISION PRODUCT IN INDONESIA TO ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY STANDARD FOR RADIATED EMISSION TESTING PARAMETER

Wisnu Ananda

Laboratorium Elektronika dan EMC
Balai Besar Bahan dan Barang Teknik (B4T) Kementerian Perindustrian RI
Jln. Sangkuriang No.14 Bandung 40135
Pos-el: wisnuananda@gmail.com

ABSTRACT

Indonesia have not had regulations regarding Electromagnetic Compatibility (EMC) yet. But the conformity of electronic products, particularly television, on EMC standards is very important because the emission and immunity factors of electronics products may affect human health and device performance. The undertaken activities here is an EMC testing for Radiated Emission parameter of 10 CRT TV's and 3 LCD TV's brands circulating in Indonesia. Test method and limit value used refers to the standard CISPR 13:2009 and done at the Laboratory of Electronics and EMC Center for Material and Technical Products (B4T) Bandung from March to July 2011. The purpose of this activity is to provide an overview about conformity of television products in Indonesia against EMC standard for Radiated Emission parameter. The results showed that only 3 brands of CRT TV and 1 brand of LCD TV conform to the standard CISPR 13:2009.

Keywords: *Television, Electromagnetic compatibility, EMC, Radiated emission.*

ABSTRAK

Indonesia belum memiliki regulasi tentang *Electromagnetic Compatibility* (EMC). Namun kesesuaian produk elektronika, khususnya televisi, terhadap standar EMC sangat penting karena faktor emisi dan imunitas produk elektronika dapat memengaruhi kinerja perangkat ataupun kesehatan manusia. Kegiatan yang dilakukan di sini merupakan pengujian EMC parameter uji *Radiated Emission* terhadap 10 merek TV CRT dan 3 merek TV LCD yang beredar di Indonesia. Metode pengujian dan nilai batas yang digunakan mengacu pada standar CISPR 13:2009. Pengujian dilakukan di Laboratorium Elektronika dan EMC Balai Besar Bahan dan Barang Teknik (B4T) Bandung pada Maret–Juli 2011. Adapun tujuannya untuk memberikan gambaran tentang kesesuaian produk televisi di Indonesia terhadap standar EMC parameter uji *Radiated Emission*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa hanya 3 merek TV CRT dan 1 merek TV LCD yang memenuhi standar CISPR 13:2009.

Kata kunci: *Televisi, Electromagnetic compatibility, EMC, Radiated emission.*

PENDAHULUAN

Televisi merupakan produk elektronika yang sudah dikenal luas oleh masyarakat Indonesia saat ini. Berdasarkan hasil survei *Electronic Mar-*

keter Club pada tahun 2008, terdapat lima produk elektronika yang paling banyak permintaannya di pasar Indonesia, yaitu televisi, pompa air, mesin cuci, kulkas, dan AC.¹ Adapun data Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan bahwa pada tahun

2009 persentase penduduk Indonesia berumur sepuluh tahun ke atas yang menonton televisi mencapai 90,27%.²

Pada tingkat internasional saat ini, terdapat tiga persyaratan yang telah ditetapkan untuk dipenuhi oleh semua produk elektronika, yaitu keselamatan (*safety*), *Electromagnetic Compatibility* (EMC), dan *Hazardous Substance Testing Services* (HSTS).

Khusus persyaratan EMC, saat ini akan digunakan logo EMC yang disebut *Egg Mark*. Logo ini akan digunakan oleh Uni Eropa, Jepang, AS, dan Australia dalam menerapkan persyaratan EMC serta keberterimaan hasil uji dan sertifikasi EMC untuk produk-produk elektronika.³

Saat ini, di Indonesia telah diberlakukan SNI wajib yang merupakan standar keselamatan untuk 4 produk elektronika,^{4,5} yaitu kipas angin, televisi tabung (CRT), setrika listrik, dan pompa air. Namun belum ada regulasi di Indonesia yang mengatur tentang persyaratan EMC dan HSTS untuk produk elektronika.

Padahal sejak 1 Januari 2011 di antara negara-negara ASEAN telah berlaku kesepakatan *ASEAN Harmonized Electrical and Electronic Equipment Regulatory Regime* (AHEEERR), yang salah satu isinya yaitu tentang keberterimaan sertifikasi persyaratan standar keselamatan, EMC, dan HSTS.⁶

Persyaratan EMC memiliki dua kriteria utama, yaitu emisi dan imunitas. Emisi berarti bahwa energi elektromagnetik yang dihasilkan oleh sebuah perangkat dapat menyebabkan perangkat lain mengalami penurunan kinerja.

Tingkat emisi ini harus berada di bawah batas yang ditetapkan standar agar memenuhi persyaratan. Sedangkan imunitas merupakan ketahanan suatu perangkat ketika mendapat pengaruh energi elektromagnetik dari perangkat lain. Tingkat imunitas harus berada di atas batas yang ditetapkan standar agar memenuhi persyaratan.⁷

Emisi yang dihasilkan oleh perangkat elektronika, khususnya yang melalui udara, juga berpengaruh terhadap kesehatan manusia. IEEE Standar C95.1 tahun 1999 menyatakan bahwa batas aman energi elektromagnetik diperbolehkan hingga 27,5 V/m selama tidak lebih dari 6 menit dalam jangka waktu 30 menit untuk frekuensi

30–300 MHz dengan kondisi lingkungan yang tidak dapat dikontrol.⁸ Kajian yang dilakukan oleh *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection* (ICNIRP) pada 2009 menunjukkan bahwa emisi yang dihasilkan oleh sejumlah perangkat elektronika dapat menyebabkan gangguan fungsi sel-sel tubuh, bahkan mengakibatkan kanker.⁹

Standar EMC untuk produk elektronika *audio-video*, termasuk televisi, mengacu pada CISPR 13 untuk emisi dan CISPR 20 untuk imunitas. Ada 7 parameter EMC untuk produk *audio-video* yang terdiri dari 4 parameter emisi dan 3 parameter imunitas. Keempat parameter emisi tersebut yaitu *Disturbance Voltage at the Mains Terminals*, *Disturbance Voltage at the Antenna Terminals*, *Power Disturbance*, dan ***Radiated Emission***.¹⁰ Sedangkan tiga parameter imunitas yaitu *Electrostatic Discharge (ESD) Immunity*, *Electrical Fast Transient (EFT) Immunity*, dan *Radiated Immunity*.¹¹

Radiated Emission (RE), yang bisa disebut juga *Radiated Disturbance*, adalah energi elektromagnetik, baik yang diinginkan maupun yang tidak diinginkan, yang berasal dari perangkat elektronika dan dirambatkan melalui udara.¹² RE merupakan satu-satunya parameter EMC pada televisi yang memiliki pengaruh secara langsung terhadap manusia.

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran tentang kesesuaian produk televisi di Indonesia terhadap standar EMC parameter uji *Radiated Emission*.

METODE PENELITIAN

Penelitian pengujian EMC ini dilakukan di Laboratorium Elektronika dan EMC Balai Besar Bahan dan Barang Teknik (B4T) Bandung dari bulan Maret 2011 sampai Juli 2011. Sampel televisi diperoleh dengan dua cara, yaitu membeli di pasaran dan dikirim langsung oleh perusahaan. Pengujian dilakukan terhadap 10 merek TV tabung (CRT) berukuran 21 inci dan 3 merek TV LCD berukuran 24 inci yang terdiri dari 5 merek lokal dan 6 merek asing. Metode pengujian mengacu pada CISPR 13 edisi tahun 2009. Peralatan yang digunakan dalam pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 1. Sedangkan nilai batas yang digunakan terdapat pada Tabel 2.

Tabel 1. Peralatan yang digunakan dalam pengujian *Radiated Emission*

| No | Nama Alat | Model | Kapasitas Ukur |
|----|------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 3M Anechoic EMC Test Chamber | Semi Anechoic Chamber | NSA: 30 MHz–1 GHz VSWR: 1–18 GHz |
| 2 | EMI Test Receiver | | 9 KHz–3 GHz |
| 3 | TV Pattern Generator | NTSC/PAL/SECAM | |
| 4 | Antenna Mast | | Tinggi: 1–4 meter |
| 5 | Antenna Receiver | Biconnical | 30 MHz–300 MHz |
| 6 | Antenna Receiver | Log Periodic | 200 MHz–2 GHz |
| 7 | Controller | for Antenna Mast | |
| 8 | Turn Table | 360° clockwise and counterclockwise | |
| 9 | Video Camera (CCTV) | Portable | |
| 10 | Camera Controller | | |
| 11 | Software TILE RE_55022_B_3m | Version: 3.4.K.21 | |
| 12 | Komputer | Veriton 7900 Pro | |

Tabel 2. Nilai batas pengujian *Radiated Emission* sesuai standar CISPR 13:2009¹⁰

| No | Benda Uji | Sumber | Frekuensi (MHz) | Limit dB μ V/m |
|----|---------------------------------------------|---------------------------------|-----------------|--------------------|
| 1 | Televisi, Video Recorder dan PC Tuner Cards | Osilator Lokal | ≤ 1.000 | Fundamental 57 |
| | | | 30 - 300 | Harmonisa 52 |
| | | | 300–1.000 | Harmonisa 56 |
| | | Lainnya (selain osilator lokal) | 30 - 230 | 40 |
| | | | 230–1.000 | 47 |
| 2 | Radio FM dan PC Tuner Cards | Osilator Lokal | ≤ 1.000 | Fundamental 60 |
| | | | 30 - 300 | Harmonisa 52 |
| | | | 300 - 1.000 | Harmonisa 56 |
| | | Lainnya (selain osilator lokal) | 30 - 230 | 40 |
| | | | 230–1.000 | 47 |

Pengujian dilakukan di dalam *3M Semi Anechoic Chamber*. Benda uji diletakkan di atas meja yang terbuat dari bahan nonkonduktif, misal kayu, dengan ketinggian 80 cm dari lantai. Meja tersebut diletakkan di atas meja putar (*turn table*). Jarak televisi (sisi paling dekat antenna) dengan antenna adalah sejauh tiga meter. Antena harus dapat digerakkan dari ketinggian satu meter sampai empat meter. Luas meja minimal seluas benda uji ditambah 10 cm sekeliling benda uji.¹⁰ Susunan rangkaian pengujian seperti terlihat pada Gambar 1.

Proses pengujian dilakukan dengan menggunakan *software* TILE!. Proses yang dilalui yaitu benda uji akan diputar berkali-kali searah dan berlawanan jarum jam sebesar 360 derajat

dan antenna akan menangkap emisi energi elektromagnetik dari frekuensi 30 MHz sampai 1 GHz sambil bergerak naik turun dari ketinggian 1 meter hingga 4 meter dalam posisi antenna vertikal dan horizontal. Hasil pengukuran akan dicatat oleh *software* dan diambil nilai yang tertinggi pada setiap titik.¹⁰ Nilai medan elektrik diperoleh dengan menghitung penjumlahan logaritmik dari tegangan gangguan yang terukur dan faktor antenna dari kurva ditambah dengan *loss cable*.¹³

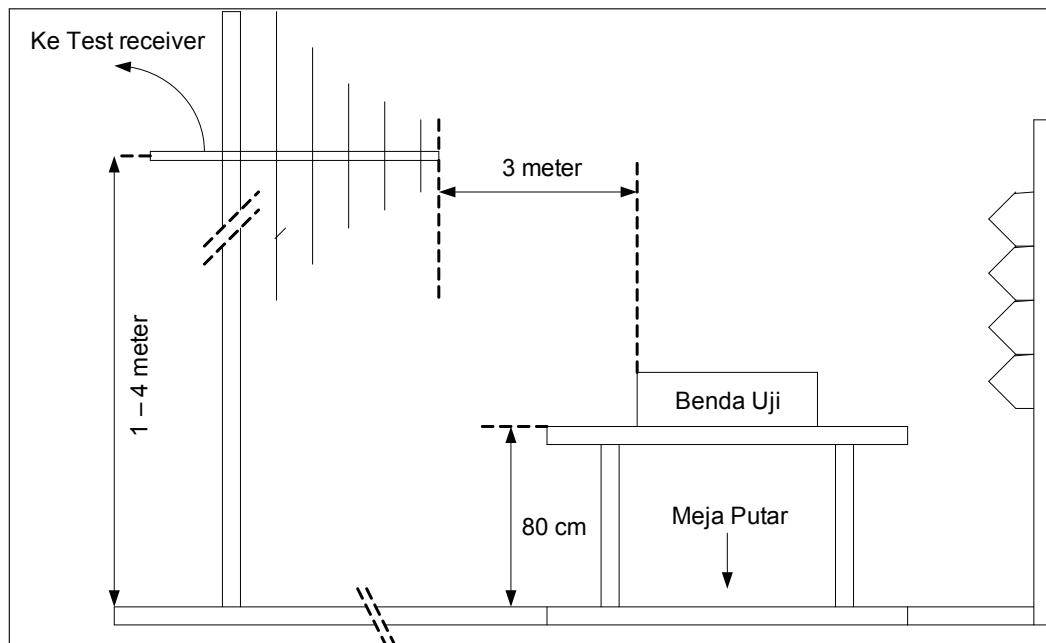
HASIL DAN PEMBAHASAN

TV CRT

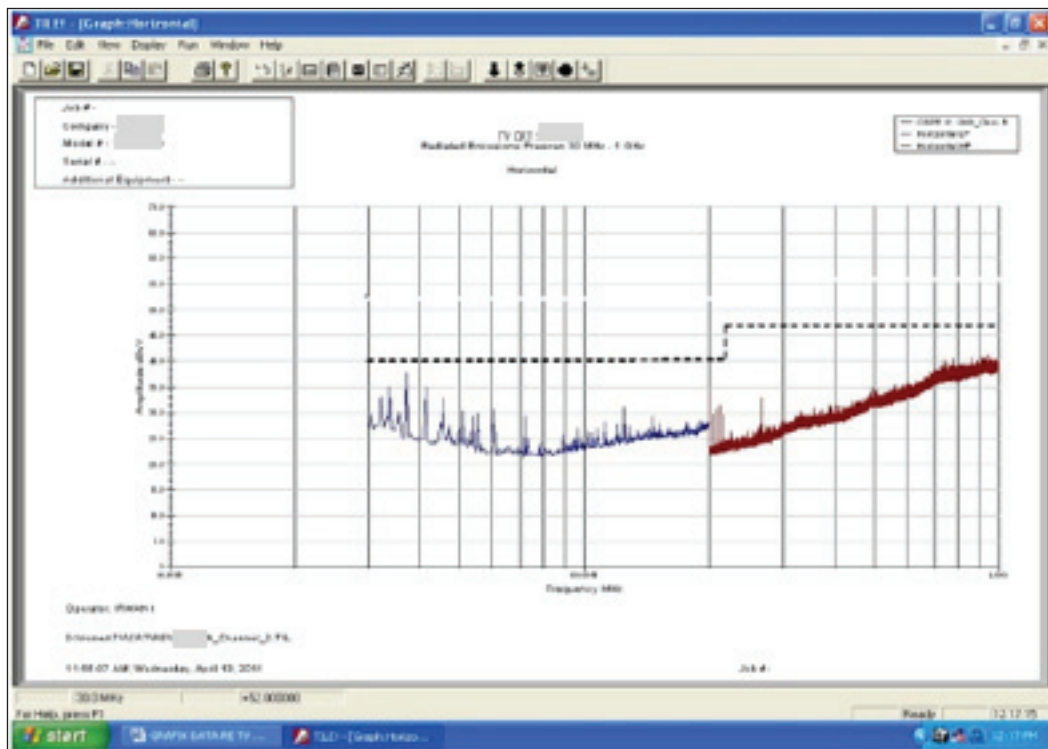
Gambar 2 dan 3 adalah grafik hasil pengujian untuk TV CRT merek A yang merupakan merek

lokal. Gambar 2 menunjukkan hasil pengujian pada posisi polarisasi antenna horizontal, sedangkan Gambar 3 untuk polarisasi antenna vertikal. Grafik berwarna biru menunjukkan pengujian untuk frekuensi rendah, 30–200 MHz, dengan menggunakan *Biconnical Antenna*. Sedangkan grafik berwarna merah menunjukkan pengujian untuk frekuensi tinggi, 200 MHz–1 GHz, dengan

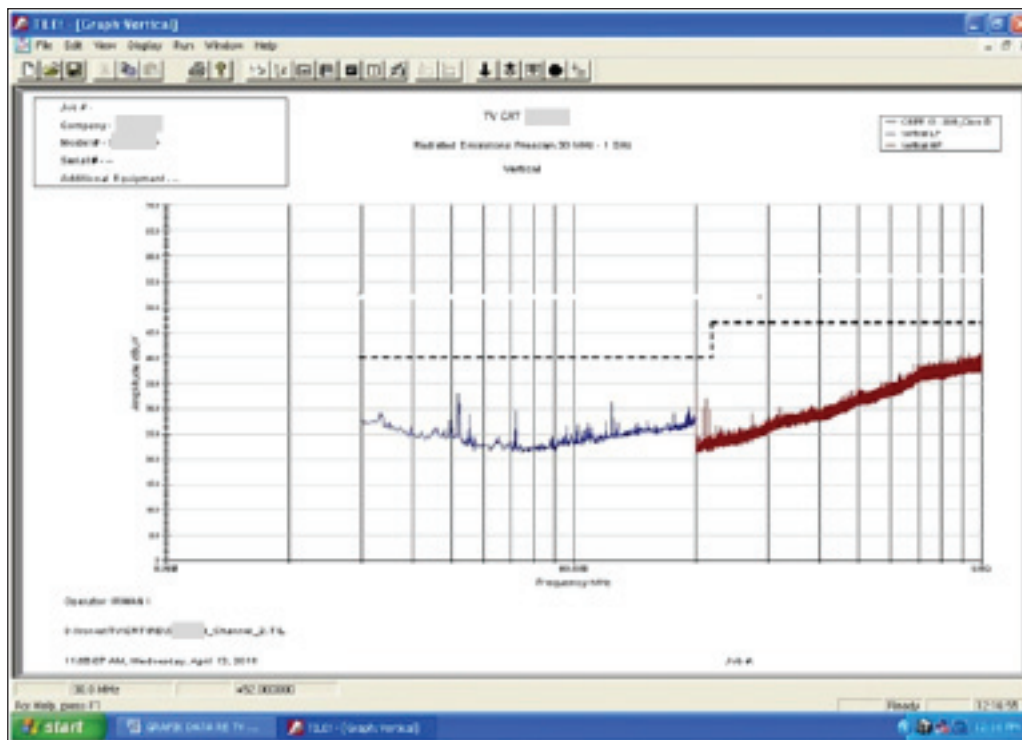
menggunakan *Log Periodic Antenna*. Garis putus-putus berwarna hitam menunjukkan nilai batas sesuai standar CISPR 13:2009. Pada frekuensi 30–230 MHz batasnya yaitu 40 dB μ V, sedangkan pada frekuensi 230 MHz–1 GHz batasnya yaitu 47 dB μ V.¹⁰ Kedua grafik menunjukkan bahwa pada frekuensi rendah ataupun tinggi, nilai yang terukur tidak ada yang melebihi garis batas.



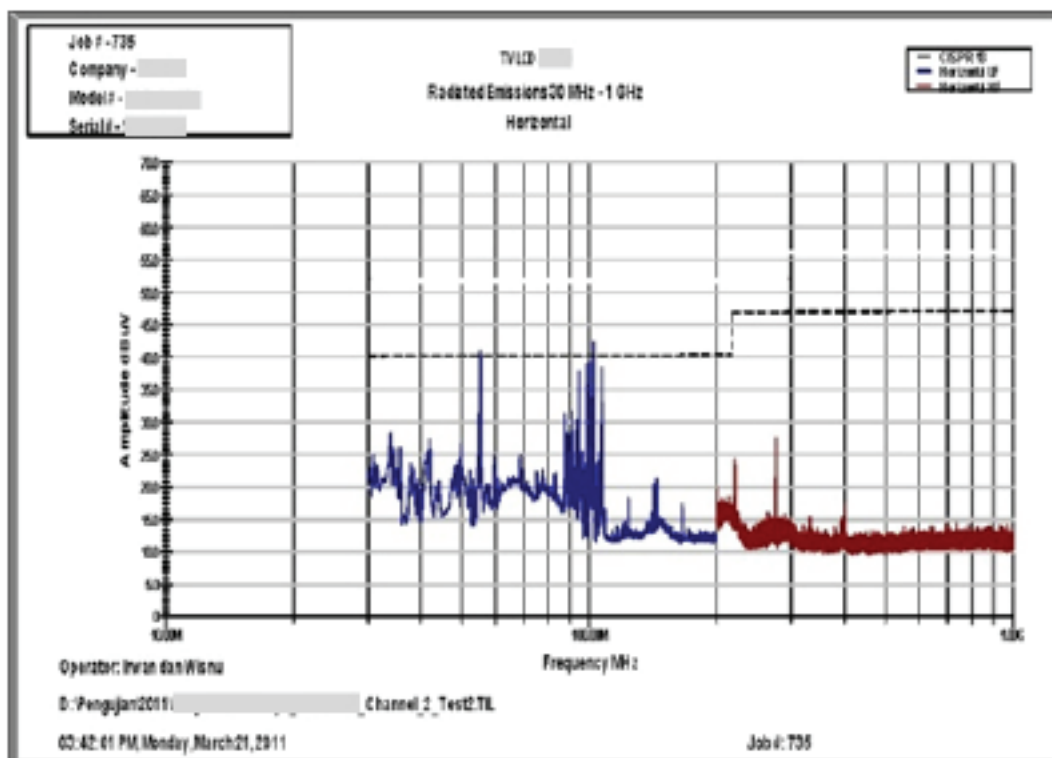
Gambar 1. Rangkaian pengujian *Radiated Emission*



Gambar 2. Grafik hasil pengujian TV CRT merek A pada polarisasi antenna horizontal



Gambar 3. Grafik hasil pengujian TV CRT merek A pada polarisasi antenna vertikal



Gambar 4. Grafik hasil pengujian TV LCD merek I pada polarisasi antenna horizontal

Tabel 3. Titik-titik frekuensi kegagalan pengujian 9 merek TV CRT

| No. | Merek | Hasil | Batas | Keterangan |
|-----|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| 1. | B (lokal) | Horizontal: 33,1 MHz = 49,1 dB μ V Vertikal: 38,8 MHz = 41,1 dB μ V 45,6 MHz = 42,9 dB μ V | 40 dB μ V | Gagal |
| | | Horizontal: 541,5 MHz = 52,6 dB μ V Vertikal: 542,1 MHz = 50,2 dB μ V | 47 dB μ V | Gagal |
| 2. | C (asing) | Horizontal: 37,9 MHz = 43,6 dB μ V 49,3 MHz = 43,7 dB μ V Vertikal: 56,2 MHz = 44,1 dB μ V | 40 dB μ V | Gagal |
| 3. | D (lokal) | - | - | Lulus |
| 4. | E (asing) | - | - | Lulus |
| 5. | F (lokal) | Horizontal: 155,6 MHz = 41,1 dB μ V 188,8 MHz = 52,3 dB μ V Vertikal: 49,2 MHz = 45,8 dB μ V 160,1 MHz = 42,4 dB μ V | 40 dB μ V | Gagal |
| 6. | G (lokal) | Horizontal: 33,9 MHz = 43,4 dB μ V 38,1 MHz = 45,8 dB μ V Vertikal: 35,8 MHz = 45,9 dB μ V 38,1 MHz = 45,7 dB μ V 47,9 MHz = 44,2 dB μ V | 40 dB μ V | Gagal |
| 7. | H (asing) | Vertikal: 38,9 MHz = 40,7 dB μ V 39,3 MHz = 51,7 dB μ V 39,8 MHz = 48,6 dB μ V | 40 dB μ V | Gagal |
| 8. | I (asing) | Horizontal: 36,4 MHz = 46,5 dB μ V 37,7 MHz = 43,4 dB μ V Vertikal: 39,5 MHz = 45,7 dB μ V | 40 dB μ V | Gagal |
| 9. | J (asing) | Horizontal: 40,8 MHz = 45,6 dB μ V 81,2 MHz = 40,9 dB μ V Vertikal: 32,4 MHz = 42,1 dB μ V 38,8 MHz = 53,7 dB μ V | 40 dB μ V | Gagal |

Ada sembilan merek TV CRT lain yang diuji, terdiri dari 4 merek lokal dan 5 merek asing. Pengujian yang dilakukan juga menghasilkan grafik yang menunjukkan lolos tidaknya produk televisi yang diuji. Namun di sini akan disajikan sebuah tabel untuk merangkum hasil grafik tersebut yang menunjukkan titik-titik frekuensi kegagalan, yaitu pada Tabel 3.

Berdasarkan data hasil pengujian yang telah dilakukan, tampak bahwa hanya ada tiga merek yang lolos uji *Radiated Emission*, yaitu 2 merek lokal (A dan D) dan 1 merek asing (E). Sedangkan tujuh merek yang lain gagal pada rentang frekuensi 30–200 MHz, kecuali merek B (lokal) yang juga gagal pada rentang frekuensi 200 MHz–1 GHz.

Pada rentang frekuensi 200 MHz–1 GHz, nilai *Radiated Emission* yang terukur berada pada rentang 20–43 dB μ V. Hanya ada satu merek yang gagal pada rentang frekuensi ini, nilainya di atas batas standar 47 dB μ V, yaitu merek B. Pada rentang frekuensi 30–200 MHz nilai hasil pengukuran lebih bervariasi, yang letak kegagalannya terangkum pada Tabel 4.

TV LCD

Gambar 4 dan 5 adalah grafik hasil pengujian untuk TV LCD merek I yang merupakan merek asing. Gambar 4 menunjukkan hasil pengujian pada posisi polarisasi antenna horizontal, sedangkan Gambar 5 untuk polarisasi antenna vertikal.

Pada Gambar 4 terdapat dua titik frekuensi yang nilainya melebihi batas standar. Pada frekuensi 55,1 MHz nilainya mencapai 40,6 dB μ V dan pada frekuensi 103,6 MHz nilainya mencapai 41,7 dB μ V. Sementara itu, pada Gambar 5 terdapat satu titik frekuensi yang nilainya melebihi

batas standar, yaitu pada frekuensi 55,2 MHz nilainya mencapai 40,5 dB μ V. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa TV LCD merek I yang diuji tidak memenuhi standar CISPR 13:2009. Pada pengujian *Radiated Emission*, walaupun hanya ada satu titik frekuensi yang nilainya melebihi batas standar, tetap dinyatakan tidak lulus.¹⁰

Ada dua merek TV LCD lain yang diuji. Keduanya merek asing, yaitu H dan K. Pengujian yang dilakukan juga menghasilkan grafik yang menunjukkan lolos tidaknya produk televisi yang diuji. Namun di sini akan disajikan sebuah tabel untuk merangkum hasil grafik tersebut yang menunjukkan titik-titik frekuensi kegagalan, yaitu pada Tabel 5.

Berdasarkan data hasil pengujian yang telah dilakukan, tampak bahwa hanya ada satu merek yang lolos uji *Radiated Emission*, yaitu merek K (asing). Sedangkan dua merek yang lain gagal pada rentang frekuensi 30–200 MHz.

Tabel 4. Letak kegagalan pengujian TV CRT pada frekuensi 30–200 MHz

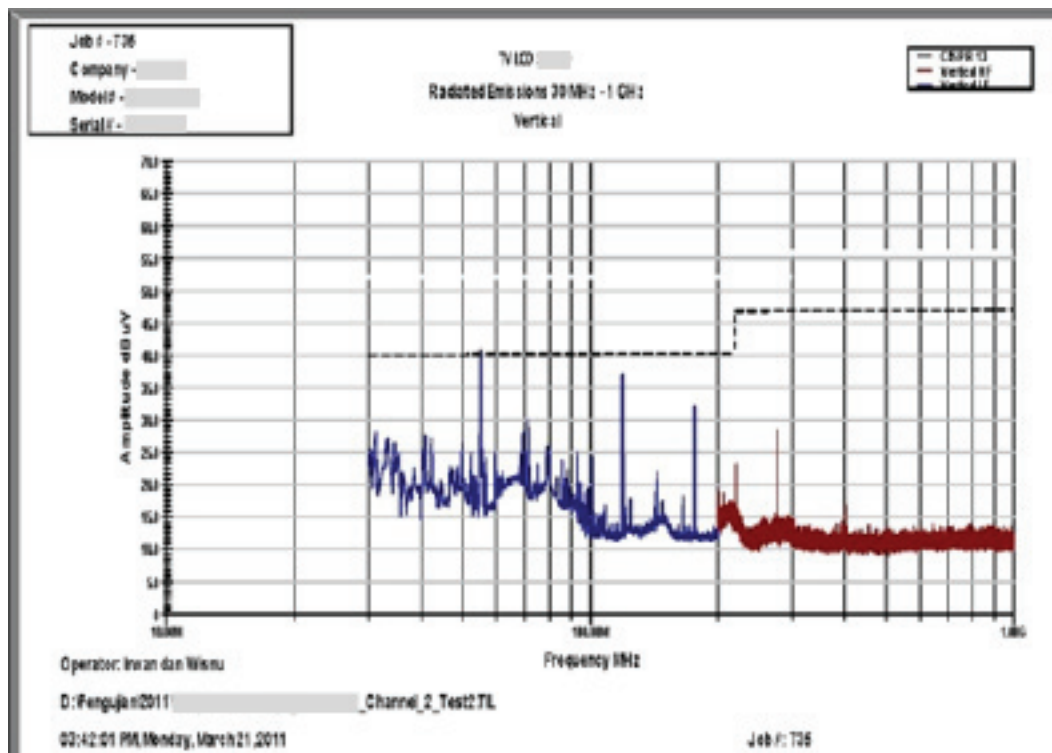
| No. | Frekuensi Kegagalan (MHz) | Jumlah Merek |
|-----|---------------------------|---------------------|
| 1. | 30–40 MHz | 6 |
| 2. | 40–50 MHz | 5 |
| 3. | 50–60 MHz | 1 (merek C - asing) |
| 4. | 60–100 MHz | 1 (merek J - asing) |
| 5. | 100–200 MHz | 1 (merek F - lokal) |

Tabel 5. Titik-titik frekuensi kegagalan pengujian 2 merek TV LCD

| No. | Merek | Hasil | Batas | Keterangan |
|-----|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| 1. | H (asing) | Vertikal: 38,4 MHz = 40,9 dB μ V 39,1 MHz = 52,1 dB μ V 39,9 MHz = 49,1 dB μ V | 40 dB μ V | Gagal |
| 2. | K (asing) | - | - | Lulus |

Tabel 6. Letak kegagalan pengujian TV LCD pada frekuensi 30–200 MHz

| No. | Frekuensi Kegagalan (MHz) | Jumlah Merek |
|-----|---------------------------|---------------|
| 1. | 30–40 MHz | 1 (H - asing) |
| 2. | 40–50 MHz | 0 |
| 3. | 50–60 MHz | 1 (I - asing) |
| 4. | 60–100 MHz | 0 |
| 5. | 100–200 MHz | 1 (I - asing) |



Gambar 5. Grafik hasil pengujian TV LCD merek I pada polarisasi antenna vertikal

Pada rentang frekuensi 200 MHz–1 GHz, nilai *Radiated Emission* yang terukur berada pada rentang 10–43 dB μ V. Tidak ada satu merek pun yang gagal pada rentang frekuensi ini. Pada rentang frekuensi 30–200 MHz nilai hasil pengukuran lebih bervariasi, sedangkan yang letak kegagalannya terangkum pada Tabel 6.

Intermediate Frequency (IF)

Berdasarkan data hasil pengujian tampak bahwa sebagian besar kegagalan terjadi pada frekuensi rendah, terutama pada rentang 30–50 MHz. Salah satu kemungkinan penyebabnya yaitu adanya reproduksi sinyal pada fase *Intermediate Frequency (IF)*. Terkadang sinyal harmonik dari pemancar *High Frequency (HF)* yang dihasilkan oleh televisi memasuki daerah *video IF* (yaitu sekitar 30 MHz). Sinyal harmonik yang memasuki daerah *video IF* pada televisi ini bisa memberikan pola efek yang serupa dengan yang terlihat ketika harmonik dari pemancar HF dihasilkan oleh penerima sinyal televisi.¹⁴

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian terbukti bahwa sebagian besar produk televisi yang diuji masih belum memenuhi standar yang telah ditetapkan. Sebanyak 7 dari 10 merek TV CRT dan 2 dari 3 merek TV LCD masih belum memenuhi standar *Radiated Emission* sesuai CISPR 13:2009, termasuk di antaranya merek-merek asing yang lokasi produksinya berada di Indonesia. Hal ini menunjukkan perlunya tindak lanjut dari berbagai pihak agar produk televisi yang beredar di Indonesia memenuhi standar. Pemerintah perlu segera membuat atau mengadopsi regulasi untuk penerapan standar EMC bagi produk-produk elektronik tertentu, khususnya televisi. Selain itu, pemerintah juga perlu melakukan sosialisasi kepada masyarakat terhadap bahaya energi elektromagnetik yang ada di sekitarnya, khususnya dampak *Radiated Emission*, dan memberikan informasi tentang perilaku yang sehat dalam menonton televisi. Produsen perlu lebih memperbaiki aspek desain teknis produk televisi agar level *Radiated Emission*-nya sesuai dengan standar.

DAFTAR PUSTAKA

- ¹Penjualan Elektronik Semester I 2008, Naik 24,1%! 2008. (<http://www.research.marketing.co.id/2008/07/27/penjualan-elektronik-semester-i-2008-naik-241/>, diakses 29 September 2011).
- ²Badan Pusat Statistik. 2010. *Indikator Sosial Budaya Tahun 2003, 2006, dan 2009*. (http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?tabel=1&daftar=1&id_subyek=27¬ab=36, diakses 29 September 2011).
- ³Standard Certification Marks. 2011. (http://www.technick.net/public/code/cp_dpage.php?aiocp_dp=guide_safetymarks, diakses 22 September 2011).
- ⁴Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. 2003. *Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 901K/30/MEM/2003 tentang Pemberlakuan SNI 04-6292.2.80-2003 Mengenai Piranti Listrik untuk Rumah Tangga dan Sejenisnya–Keselamatan, Bagian 2-80 Mengenai Persyaratan Khusus untuk Kipas Angin sebagai Standar Wajib*.
- ⁵Kementerian Perindustrian Republik Indonesia. 2010. *Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia Nomor 84/M-IND/PER/8/2010 tentang Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia terhadap 3 (tiga) Produk Industri Elektronika Secara Wajib*.
- ⁶Agreement on the ASEAN Harmonized Electrical and Electronic Equipment Regulatory Regime (AHEEERR), ditanda tangani di Kuala Lumpur pada tanggal 9 Desember 2005. (<http://www.asean.org/documents/AHEEERR.pdf>, diakses 8 Desember 2009).
- ⁷Goedbloed, Jasper J. 1992. *Electromagnetic Compatibility*. London: Prentice Hall International.
- ⁸Institute of Electricals and Electronics Engineers (IEEE). 1999. *IEEE Std C95.1, 1999 Edition: IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz*.
- ⁹International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). 2009. *Exposure to High Frequency Electromagnetic Fields, Biological Effects, and Health Consequences (100 kHz–300 GHz)*. (<http://www.icnirp.de/documents/RFReview.pdf>, diakses 30 September 2011).
- ¹⁰International Electrotechnical Commission (IEC). 2009. *CISPR 13 Edition 5.0, 2009-06: Sound and Television Broadcast Receivers and Associated Equipment–Radio Disturbance Characteristics–Limits and Methods of Measurement*.
- ¹¹International Electrotechnical Commission (IEC). 2006. *CISPR 20 Sixth edition, 2006-11: Sound and Television Broadcast Receivers and Associated Equipment–Immunity Characteristics–Limits and Methods of Measurement*.
- ¹²Keiser, Bernhard. 1983. *Principles of Electromagnetic Compatibility*. Washington DC: Artech House, Inc.
- ¹³Darwanto, D. dan D. Hamdani. 2010. *Electromagnetic Compatibility*. Bandung: STEI ITB.
- ¹⁴EMC Problem (excessive field strength). 2011. ([http://en.wikipedia.org/wiki/EMC_problem_\(excessive_field_strength\)](http://en.wikipedia.org/wiki/EMC_problem_(excessive_field_strength)), diakses 3 Oktober 2011).

